

LECO- Fra Normbygg til Faktor 10

Mulig vei for å redusere energibruken med 90 % i et kontorbygg

Tore Wigenstad og Catherine Grini

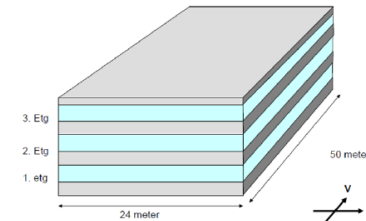
Presentert av: Anna Svensson



Originalmodell (300 kWh/m² år)

Teoretiske beregninger i SIMIEN.

- Originalmodell
 - Referansebygg med behov for levert energi lik 300 kWh/m² år
 - Normerte inndata iht. NS 3031:2007
 - Soner klimatisert via balansert mekanisk ventilasjonssystem
 - Reist fram til vår tid



Figur 2.1 Bygningsmodell.
B x l= 24 x 50 meter. 3 etg

Data	Referanse 300 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.25 W/m ² K
U-verdi tak	0.20 W/m ² K
U-verdi gulv	0.22 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	1.60 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0.20 W/m ² K
Lekkasjetall	3.00 omst/t
Ventilasjons-system	Konstant mengde og temperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	10 m ³ /h m ²
SFP	4.00 kW/[m ³ /s]
Luftmengde utenfor driftstid	3 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varmegjenvinner	65 %
Belysning	15 W/m ²
Utstyr	17 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²
Solavskjerming	Kun innvendig. Manuelt styrt
Lokal kjøling	Ja

Tiltak

- 6 tiltakspakken
 1. TEK 07 (165 kWh/m² år)
 2. Faktor 2 (150 kWh/m² år)
 3. Lavenergi (100 kWh/m² år)
 4. Faktor 4 (75 kWh/m² år)
 5. Faktor 10 (30 kWh/m² år)
 6. Faktor 10- Levert energi (30 kWh/m² år)
- Tiltaksmodeller
 - Fravik fra prosedyrer for hvordan normerte driftsdata kan endres iht 3031

Data	Netto energibehov						Levert energi
	Referanse 300 kWh/m ² år	TEK 07 165 kWh/m ² år	Faktor 2 150 kWh/m ² år	Lavenergi 100 kWh/m ² år	Faktor 4 75 kWh/m ² år	Faktor 10 30 kWh/m ² år	Faktor 10 30 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.25 W/m ² K	0.18 W/m ² K	0.18 W/m ² K	0.17 W/m ² K	0.12 W/m ² K	0.11 W/m ² K	0.12 W/m ² K
U-verdi tak	0.20 W/m ² K	0.13 W/m ² K	0.13 W/m ² K	0.11 W/m ² K	0.10 W/m ² K	0.09 W/m ² K	0.10 W/m ² K
U-verdi gulv	0.22 W/m ² K	0.15 W/m ² K	0.15 W/m ² K	0.12 W/m ² K	0.11 W/m ² K	0.08 W/m ² K	0.11 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	1.60 W/m ² K	1.20 W/m ² K	1.20 W/m ² K	0.80 W/m ² K	0.80 W/m ² K	0.64 W/m ² K	0.80 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0.20 W/m ² K	0.06 W/m ² K	0.06 W/m ² K	0.05 W/m ² K	0.03 W/m ² K	0.02 W/m ² K	0.03 W/m ² K
Lekkasjetall	3.00 omst/t	1.50 omst/t	1.50 omst/t	0.80 omst/t	0.60 omst/t	0.20 omst/t	0.60 omst/t
Ventilasjonssystem	Konstant mengde og temperatur	Konstant mengde og temperatur	Konstant mengde og temperatur	Konstant mengde og temperatur	Variabel mengde. Konstant tiluft-temperatur	Variabel mengde. Konstant tiluft-temperatur	Variabel mengde. Konstant tiluft-temperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	10 m ³ /h m ²	10 m ³ /h m ²	10 m ³ /h m ²	8 m ³ /h m ²	Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²	Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²	Max:10 m ³ /h m ² Min : 6 m ³ /h m ²
SFP	4.00 kW/(m ³ /s)	2.00 kW/(m ³ /s)	2.00 kW/(m ³ /s)	1.75 kW/(m ³ /s)	1.50 kW/(m ³ /s)	1.00 kW/(m ³ /s)	1.50 kW/(m ³ /s)
Luftmengde utenfor driftstid	3 m ³ /h m ²	3 m ³ /h m ²	3 m ³ /h m ²	2 m ³ /h m ²	1 m ³ /h m ²	0 m ³ /h m ²	1 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varme-gjenvinner	65 %	70 %	80 %	80 %	82 %	87 %	82 %
Belysning	15 W/m ²	8 W/m ²	8 W/m ²	5 W/m ²	5 W/m ²	1.5 W/m ²	7.5-5-2.5 W/m ²
Utstyr	17 W/m ²	11 W/m ²	11 W/m ²	7.5 W/m ²	7.5 W/m ²	1.7 W/m ²	7 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²	4 W/m ²	4 W/m ²	4 W/m ²	4 W/m ²	4 W/m ²	4 W/m ²
Sol-avskjerming	Kun innvendig. Manuelt styrt	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk
Lokal kjøling	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei

Tabell 2.1 Byggetekniske inngangsverdier brukt i simuleringene

1. TEK 07 (165 kWh/m² år)

- Klimaskallet
 - Endringer på hvert enkelt punkt
- Tekniske systemer
 - SFP
 - Virkningsgrad
- Internlaster
- Lokal kjøling fjernet

Data	Referanse 300 kWh/m ² år	TEK 07 165 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.25 W/m ² K	0.18 W/m ² K
U-verdi tak	0.20 W/m ² K	0.13 W/m ² K
U-verdi gulv	0.22 W/m ² K	0.15 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	1.80 W/m ² K	1.20 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0.20 W/m ² K	0.06 W/m ² K
Lekkasjetall	3.00 omst/t	1.50 omst/t
Ventilasjons-system	Konstant mengde og temperatur	Konstant mengde og temperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	10 m ³ /h m ²	10 m ³ /h m ²
SFP	4.00 kW/[m ³ /s]	2.00 kW/[m ³ /s]
Luftmengde utenfor driftstid	3 m ³ /h m ²	3 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varmegjenvinner	65 %	70 %
Belysning	15 W/m ²	8 W/m ²
Utstyr	17 W/m ²	11 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²	4 W/m ²
Solavskjerming	Kun innvendig. Manuelt styrt	Utvendig. Automatisk
Lokal kjøling	Ja	Nei

0.18 W/m ² K
0.13 W/m ² K
0.15 W/m ² K
1.20 W/m ² K
0.06 W/m ² K
1.50 omst/t

70 %
8 W/m ²
11 W/m ²

Utvendig. Automatisk

2. Faktor 2 (150 kWh/m² år)

- Tilsvarende TEK 10
- Virkningsgrad 80%

Data	Referanse 300 kWh/m ² år	TEK 07 165 kWh/m ² år	Faktor 2 150 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.25 W/m ² K	0.18 W/m ² K	0.18 W/m ² K
U-verdi tak	0.20 W/m ² K	0.13 W/m ² K	0.13 W/m ² K
U-verdi gulv	0.22 W/m ² K	0.15 W/m ² K	0.15 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	1.60 W/m ² K	1.20 W/m ² K	1.20 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0.20 W/m ² K	0.06 W/m ² K	0.06 W/m ² K
Lekkasjetall	3.00 omst/t	1.50 omst/t	1.50 omst/t
Ventilasjons-system	Konstant mengde og temperatur	Konstant mengde og temperatur	Konstant mengde og temperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	10 m ³ /h m ²	10 m ³ /h m ²	10 m ³ /h m ²
SFP	4.00 kW/[m ³ /s]	2.00 kW/[m ³ /s]	2.00 kW/[m ³ /s]
Luftmengde utenfor driftstid	3 m ³ /h m ²	3 m ³ /h m ²	3 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varme-gjenvinner	65 %	70 %	80 %
Belysning	15 W/m ²	8 W/m ²	8 W/m ²
Utstyr	17 W/m ²	11 W/m ²	11 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²	4 W/m ²	4 W/m ²
Sol-avskjerming	Kun innvendig. Manuelt styrt	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk
Lokal kjøling	Ja	Nei	Nei

80 %

3. Lavenergi (100 kWh/m² år)

- Klimaskallet
 - Endringer på hvert enkelt punkt
- Tekniske systemer
 - Luftmengde 20%
 - SFP
- Internlaster
 - Behovstyrt lys
 - Utstyr redusert med 35%

Data	Faktor 2 150 kWh/m ² år	Lavenergi 100 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.18 W/m ² K	0.17 W/m ² K
U-verdi tak	0.13 W/m ² K	0.11 W/m ² K
U-verdi gulv	0.15 W/m ² K	0.12 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	1.20 W/m ² K	0.80 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0.06 W/m ² K	0.05 W/m ² K
Lekkasjetall	1.50 omst/t	0.80 omst/t
Ventilasjonssystem	Konstant mengde og temperatur	Konstant mengde og temperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	10 m ³ /h m ²	8 m ³ /h m ²
SFP	2.00 kW/[m ³ /s]	1.75 kW/[m ³ /s]
Luftmengde utenfor driftstid	3 m ³ /h m ²	2 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varmegjenvinner	80 %	80 %
Belysning	8 W/m ²	5 W/m ²
Utstyr	11 W/m ²	7.5 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²	4 W/m ²
Solavskjerming	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk
Lokal kjøling	Nei	Nei

0.17 W/m²K

0.11 W/m²K

0.12 W/m²K

0.80 W/m²K

0.05 W/m²K

0.80 omst/t

8 m³/h m²

1.75 kW/[m³/s]

2 m³/h m²

5 W/m²

7.5 W/m²

4. Faktor 4 (75 kWh/m² år)

- Tilsvarer Passivhus (Rapport 42)
- Klimaskallet
 - Endringer på hvert enkelt punkt bortsett vinduer
- Tekniske systemer
 - VAV
 - SFP
 - Virkningsgrad
- Internlaster
 - Ingen endring

Data	Lavenergi 100 kWh/m ² år	Faktor 4 75 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.17 W/m ² K	0.12 W/m ² K
U-verdi tak	0.11 W/m ² K	0.10 W/m ² K
U-verdi gulv	0.12 W/m ² K	0.11 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	0.80 W/m ² K	0.80 W/m ² K
Normalisert kuldebrotverdi	0.05 W/m ² K	0.03 W/m ² K
Lekkasjetall	0.80 omst/t	0.60 omst/t
Ventilasjonssystem	Konstant mengde og temperatur	Variabel mengde. Konstant tilluft-temperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	8 m ³ /h m ²	Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²
SFP	1.75 kW/[m ³ /s]	1.50 kW/[m ³ /s]
Luftmengde utenfor driftstid	2 m ³ /h m ²	1 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varme-gjenvinner	80 %	82 %
Belysning	5 W/m ²	5 W/m ²
Utstyr	7.5 W/m ²	7.5 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²	4 W/m ²
Sol-avskjerming	Utvendig, Automatisk	Utvendig, Automatisk
Lokal kjøling	Nei	Nei

0.12 W/m ² K
0.10 W/m ² K
0.11 W/m ² K
0.80 W/m ² K
0.03 W/m ² K
0.60 omst/t
Variabel mengde. Konstant tilluft-temperatur
Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²
1.50 kW/[m ³ /s]
1 m ³ /h m ²
82 %

4. Faktor 4 (75 kWh/m² år)

- Delt inn modell i 3 soner
- Stiller store krav på tekniske og bygningsrelaterte løsninger

5. Faktor 10 (30 kWh/m² år)

- Klimaskallet
 - Endringer på hvert enkelt punkt
- Tekniske systemer
 - SFP
 - Luftmengde utenfor driftstid
 - Virkningsgrad
- Internlaster

Data	Faktor 4 75 kWh/m ² år	Faktor 10 30 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.12 W/m ² K	0.11 W/m ² K
U-verdi tak	0.10 W/m ² K	0.09 W/m ² K
U-verdi gulv	0.11 W/m ² K	0.08 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	0.80 W/m ² K	0.64 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0.03 W/m ² K	0.02 W/m ² K
Lekkasjetall	0.60 omst/t	0.20 omst/t
Ventilasjonssystem	Variabel mengde. Konstant tilluft-temperatur	Variabel mengde. Konstant tilluft-temperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²	Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²
SFP	1.50 kW/[m ³ /s]	1.00 kW/[m ³ /s]
Luftmengde utenfor driftstid	1 m ³ /h m ²	0 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varme-gjenvinner	82 %	87 %
Belysning	5 W/m ²	1.5 W/m ²
Utstyr	7.5 W/m ²	1.7 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²	4 W/m ²
Sol-avskjerming	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk
Lokal kjøling	Nei	Nei

0.11 W/m²K

0.09 W/m²K

0.08 W/m²K

0.64 W/m²K

0.02 W/m²K

0.20 omst/t

1.00 kW/[m³/s]

0 m³/h m²

87 %

1.5 W/m²

1.7 W/m²

6. Levert energi

Faktor 10 (30 kWh/m² år)

- Utgangspunkt i Faktor 4
- Trinnvis redusering fra 75 til 60 kWh/m² år
- Energiforsyning (30 kWh/m² år)
 - Termisk solfanger
 - Solcelleanlegg

	Beregnet behov [kWh/m ² år]	Levert via solfanger [kWh/m ² år]	Levert via solcelle [kWh/m ² år]	Levert inn på bygget [kWh/m ² år]
Termisk	16.3	2.5	-	13.8
Elektrisk	45.9	-	29.7	16.2
SUM	62.2	32.2		30.0

Tabell 3.12 Beregnet energibehov og nødvendig levert energi via solfanger/solcelleanlegg.

Data	Levert energi		
	Faktor 4 75 kWh/m ² år	Faktor 10 30 kWh/m ² år	Faktor 10 30 kWh/m ² år
U-verdi yttervegg	0.12 W/m ² K	0.11 W/m ² K	0.12 W/m ² K
U-verdi tak	0.10 W/m ² K	0.09 W/m ² K	0.10 W/m ² K
U-verdi gulv	0.11 W/m ² K	0.08 W/m ² K	0.11 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	0.80 W/m ² K	0.84 W/m ² K	0.80 W/m ² K
Normalisert kuldebroverdi	0.03 W/m ² K	0.02 W/m ² K	0.03 W/m ² K
Lekkasjetall	0.60 omst/t	0.20 omst/t	0.60 omst/t
Ventilasjonssystem	Variabel mengde. Konstant tillufttemperatur	Variabel mengde. Konstant tillufttemperatur	Variabel mengde. Konstant tillufttemperatur
Ekvivalent luftmengde i driftstid (12/5/52)	Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²	Max: 6 m ³ /h m ² Min : 4 m ³ /h m ²	Max: 10 m ³ /h m ² Min : 6 m ³ /h m ²
SFP	1.50 kW/[m ³ /s]	1.00 kW/[m ³ /s]	1.50 kW/[m ³ /s]
Luftmengde utenfor driftstid	1 m ³ /h m ²	0 m ³ /h m ²	1 m ³ /h m ²
Virkningsgrad varmegjenvinner	82 %	87 %	82 %
Belysning	5 W/m ²	1.5 W/m ²	7.5-5-2.5 W/m ²
Utstyr	7.5 W/m ²	1.7 W/m ²	7 W/m ²
Internvarme fra person belastning	4 W/m ²	4 W/m ²	4 W/m ²
Solavskjerming	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk	Utvendig. Automatisk
Lokal kjøling	Nei	Nei	Nei

Sammendrag

- Relativt lett å oppnå lavt energibehov ved teoretiske beregninger
- Konsekvensen i forhold til bla. Komfortkrav, må vurderes
- Alle teknologier er ikke tilgjengelig fullt ut per dato.

- Premissedokument
 - Hvordan bygget eventuelt må bygges
 - Hvilke problemstillinger som må undersøkes nærmere
 - Hvilke teknologier som bør utvikles